

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Новиков М.Д., Рогаткин А.В., студенты 1 курса магистратуры,  
институт морских технологий, энергетики и строительства

Научный руководитель – Александров И.С.,

доктор технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет»

**Ключевые слова:** теплообменный аппарат, тепловой расчет,  
поверхность теплообмена, теплофизические свойства, коэффициент  
теплопередачи

Проведено аналитическое исследование существующих методик  
проектирования и расчета теплообменного оборудования систем  
централизованного теплоснабжения с целью подтверждения  
достоверности новых формул. Даны рекомендации по  
совершенствованию существующих методик проектного расчета  
пластинчатых теплообменных аппаратов.

**Введение.** Для решения проблемы энергосбережения  
необходимо обеспечить надежную и эффективную работу  
теплообменного оборудования как в централизованной, так и  
децентрализованной системе теплоснабжения в первую очередь путем  
внедрения на источниках теплоты и тепловых пунктах  
усовершенствованных методов проектирования и исследования  
эффективности теплообменных аппаратов. Следовательно, необходимо  
изучить вопрос увеличения эффективности работы аппаратов путем  
улучшения методов их проектирования, а также анализа режимов  
работы теплообменных аппаратов, таких как кожухотрубчатые сетевые  
подогреватели горизонтального типа, применяемые на  
теплоэлектростанциях, и пластинчатые теплообменники, используемые  
на тепловых пунктах, о которых идет речь в данном исследовании.

**Цель работы.** Целью данной выпускной квалификационной работы является исследование методов повышения эффективности работы теплообменных аппаратов за счет совершенствования методов их проектирования и расчета.

**Результаты исследований.** Итогом теплового расчета становится определение площади поверхности теплообмена ( $F$ ) и среднего коэффициента теплопередачи ( $K$ ). Основные методы теплового расчета строятся на совместном решении уравнения теплового баланса и уравнения теплообмена.

$$Q = M_1 \cdot C_{p1} \cdot (t_1 - t_2) = M_2 \cdot C_{p2} \cdot (\tau_2 - \tau_1) \quad (1)$$

$$Q = W_1 \cdot \Delta t = W_2 \cdot \Delta \tau \quad (2)$$

где  $M_1$  и  $M_2$  - массовый расход горячего и холодного теплоносителя, кг/с;  $C_{p1}$  и  $C_{p2}$  - средние массовые теплоемкости теплоносителей,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ ;  $t_1$  и  $t_2$  - температуры горячего теплоносителя на входе и выходе,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\tau_1$  и  $\tau_2$  - температуры холодного теплоносителя на входе и выходе,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $W_1$  и  $W_2$  – водяные эквиваленты, соответственно, горячего и холодного теплоносителя.

В [1] формула (2) приведена в виде:

$$W_1 \cdot \Delta t \cdot \eta = W_2 \cdot \Delta \tau = (KF) \cdot \theta_m \quad (3)$$

Где  $\eta$  - это коэффициент потерь теплоты во внешнюю среду.

В [2] уравнение для теплотехнических расчетов, которое позволило решить многие трудности в теплотехнических расчетах, связанные с определением количества передаваемой теплоты и средней разности температур теплоносителей:

$$Q = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1)}{\frac{1}{W_1} + \frac{1}{W_2} + \frac{1}{W_m} \cdot \operatorname{cth} \left( \frac{KF}{2 \cdot Q_m} \right)} \quad (4)$$

Если опустить определение гиперболического котангенса и разложить четную функцию в ряд в уравнении (4), то получаем

$$\begin{aligned} \left(\frac{KF}{2 \cdot W_m}\right) \operatorname{cth}\left(\frac{KF}{2 \cdot W_m}\right) = y \operatorname{cth} y &= 1 + \frac{1}{3} y^2 - \frac{1}{45} y^4 + \frac{2}{945} y^6 - \frac{1}{4275} y^8 + \dots \\ &= 1 + \beta \cdot y^2 \end{aligned} \quad (5)$$

Тогда

$$Q = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1)}{\frac{1}{W_1} + \frac{1}{W_2} + \frac{2}{KF} (1 + \beta \cdot y^2)} \quad (6)$$

Для инженерных расчетов принято при  $y = 0$ ,  $\beta = 0,333$  [3]. Теперь уравнение (4) выглядит как:

$$Q = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1)}{\frac{1}{W_1} + \frac{1}{W_2} + \frac{2}{KF}} \quad (7)$$

Из уравнений (1), (3) и (7) следует:

$$(KF) \theta_m = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1) \cdot W_1 \cdot W_2}{W_1 + W_2 + 2 \cdot \frac{W_1 \cdot W_2}{KF}} = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1) \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot KF}{KF \cdot W_2 + KF \cdot W_1 + 2 \cdot W_1 \cdot W_2} \quad (8)$$

или

$$(KF \cdot W_2 + KF \cdot W_1 + 2 \cdot W_1 \cdot W_2) = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1) \cdot W_1 \cdot W_2}{\theta_m} \quad (9)$$

откуда

$$KF \cdot (W_2 + W_1) = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1) \cdot W_1 \cdot W_2}{\theta_m} - 2 \cdot W_1 \cdot W_2 = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1) \cdot W_1 \cdot W_2 - 2 \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot \theta_m}{\theta_m} \quad (10)$$

Таким образом выведено уравнение:

$$(KF) = \frac{Q}{\theta_m} = \frac{2 \cdot (t_1 - \tau_1) \cdot W_1 \cdot W_2 - 2 \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot \theta_m}{\theta_m \cdot (W_1 + W_2)} = \frac{2 \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot [(t_1 - \tau_1) - \theta_m]}{\theta_m \cdot (W_1 + W_2)} \quad (11)$$

**Выводы.** На основе, выведенного в данной работе, соотношения (11) могут быть получены формулы для определения оптимального значения коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата.

---

Формулы для оптимального значения коэффициента теплопередачи позволяют более точно производить тепловой расчет аппарата.

**Библиографический список:**

1. Зингер Н.М., Тарадай А.М., Бармина Л.С. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения, - М.: Энергоатом издат, 1995. - 256с.
2. Поршаков Б.П., Бикчентай Р.Н., Романов В.А. Термодинамика и теплопередача (в технических процессах нефтяной и газовой промышленности). М.: Недра, 1987. - 352с.
3. Чекардовский С. М., Илюхин К.Н., Хамидов А.С., Ушаков В.А. Анализ методов теплового расчета теплообменных аппаратов // Материалы Всероссийской НПК «Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири». - Тюмень: ООО «РИФ «КоЛеСо», 2007. С. 123 - 126.

**RESEARCH OF METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY  
OF HEAT EXCHANGERS IN HEATING SYSTEMS**

**Novikov M.D., Rogatkin A.V.**

**Scientific supervisor –Alexandrov I.S.**

**Kaliningrad State Technical University**

**Keywords:** *heat exchanger, thermal calculation, heat exchange surface, thermophysical properties, heat transfer coefficient*

*An analytical study of existing design and calculation methods for heat exchange equipment of centralized heat supply systems was conducted in order to confirm the reliability of new formulas. Recommendations were given for improving existing design calculation methods for plate heat exchangers.*